

FR2584884A1 PROCEDE ET DISPOSITIF DE RECHERCHE DE CANAL LIBRE POUR UN SYSTEME DE RADIO MOBILE

Bibliography

DWPI Title

Free-channel search for cellular mobile radio having mobile station comparing common-channel reception with interference threshold and identifying interfering fixed station

Original Title

PROCEDE ET DISPOSITIF DE RECHERCHE DE CANAL LIBRE POUR UN SYSTEME DE RADIO MOBILE

Assignee/Applicant

Standardized: **TRT TELECOM RADIO ELECTR**

Original: TRT TELECOM RADIO ELECTR

Inventor

ALEXIS ROGER PIERRE JOSEPH

Publication Date (Kind Code)

1987-01-16 (A1)

Application Number / Date

FR198510490A / 1985-07-09

Priority Number / Date / Country

FR198510490A / 1985-07-09 / FR

Abstract

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 584 884

(21) N° d'enregistrement national :

85 10490

(51) Int Cl¹ : H 04 B 7/26; H 04 Q 7/02.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 9 juillet 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 16 janvier 1987.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rantes :

(71) Demandeur(s) : *TELECOMMUNICATIONS RADIOELEC-
TRIQUES ET TELEPHONIQUES T.R.T., Société anonyme.*
— FR.

(72) Inventeur(s) : Roger Pierre Joseph Alexis.

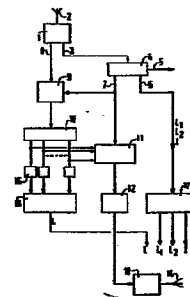
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Jean Chaffraix société civile S.P.I.D.

(54) Procédé et dispositif de recherche de canal libre pour un système de radio mobile.

(57) Dans ce procédé la recherche de canal libre pour une communication entre une station fixe F et une station mobile M est effectuée dans la station mobile. La station fixe F détecte les canaux duplex occupés dans la voie montante et en transmet la liste par la voie sémaphore. Selon l'invention, toutes les stations fixes F_i transmettent en outre par les canaux sémaphore qui leur sont alloués, la liste des canaux qu'elles utilisent. Dans la station mobile est mesuré le niveau reçu des stations fixes F_i dans les canaux de la voie sémaphore, ce niveau étant comparé à un seuil de gêne pour fournir les stations fixes gênantes. La station mobile M détermine les canaux occupés dans la voie descendante comme étant ceux qui sont utilisés par les stations fixes gênantes. Un canal libre peut alors être choisi dans la station mobile M, parmi ceux qui ne sont occupés ni dans la voie montante, ni dans la voie descendante.

Application : radio mobile.



FR 2 584 884 - A1

D

PROCÉDE ET DISPOSITIF DE RECHERCHE DE CANAL LIBRE POUR
UN SYSTEME DE RADIO MOBILE.

L'invention concerne un procédé de recherche de canal libre pour un système de radio mobile à réseau cellulaire dans lequel chaque canal de la voie de communication montante est associé à un canal déterminé de la voie de communication descendante pour former
5 un canal duplex assurant la communication entre l'une quelconque des stations fixes et l'une quelconque des stations mobiles, procédé selon lequel, pour la recherche d'un canal duplex libre entre une station fixe F et une station mobile M,
- dans la station fixe F sont détectés les canaux duplex occupés
10 dans la voie montante pour lesquels le niveau de puissance reçu est supérieur à un premier seuil déterminé et les adresses desdits canaux occupés sont transmis par l'un des canaux d'une voie sémaphore formée d'intervalles de temps équidistants alloués successivement et de façon périodique à toutes les stations fixes d'un motif de
15 cellules constituant le réseau cellulaire,
- dans la station mobile M, doivent être déterminées les adresses des canaux duplex occupés dans la voie descendante pour lesquels le niveau de puissance reçu est supérieur à un deuxième seuil déterminé, un canal duplex libre étant choisi parmi ceux ayant une adresse différente de celles des canaux occupés à déterminer dans la station mobile M,
20 le M,

L'invention concerne également le dispositif mettant en oeuvre ce procédé dans les stations fixes et mobiles.

25 Un tel procédé de recherche de canal libre pour un système de radiomobile cellulaire a été décrit dans la demande de brevet français N° 83 19746 déposée le 9 décembre 1983 au nom de la demanderesse. Ce procédé a l'avantage de permettre d'affecter à chaque cellule du réseau l'ensemble des canaux de communication alors que dans les solutions classiques, cet ensemble de canaux est réparti dans un groupe
30 de cellules appelé motif, ce motif étant répété dans tout le réseau de communication.

.../...

Mais la mise en oeuvre de ce procédé connu peut présenter des difficultés dans certains types de systèmes de radio mobile, en ce qui concerne la détermination dans une station mobile des canaux occupés dans la voie de communication descendante.

5 Cette mise en oeuvre n'est en effet commode que dans les systèmes du type à accès multiple à répartition dans le temps (en abrégé systèmes AMRT) dans lesquels les canaux de communication formant la voie montante et la voie descendante sont des canaux temporels multiplexés dans le temps. Dans un système AMRT, une station mobile comporte un
10 récepteur à large bande recevant séquentiellement tous les canaux de la voie descendante de sorte qu'il est aisé dans cette station mobile de détecter ceux de ces canaux qui sont occupés en mesurant simplement le niveau du signal reçu dans les intervalles de temps correspondant aux divers canaux et en comparant ces niveaux à un seuil pré-
15 déterminé.

Dans les systèmes de radio mobile du type à accès multiple à répartition en fréquence (en abrégé systèmes AMRF), les canaux de communication sont des canaux fréquentiels multiplexés en fréquence et le récepteur d'une station mobile ne peut recevoir qu'un canal à la
20 fois, de sorte que pour mesurer le niveau dans tous les canaux de la voie descendante ce récepteur doit varier en fréquence par paliers pour explorer successivement tous ces canaux. Par exemple, pour un système à 255 canaux à explorer en 125 ms (période de trame d'un système AMRT comparable), la durée de chaque palier de fréquence doit
25 être de 0,5 ms environ. Pour tenir compte du phénomène d'évanouissement dû aux trajets multiples, il convient de faire une moyenne de la mesure des niveaux dans les canaux sur deux ou trois explorations. Le temps relativement long (2 à 3 fois 125 ms) requis pour la recherche d'un canal libre suivant cette procédure ne présente pas d'inconvé-
30 nient majeur pendant la période de veille, mais est très gênante si un changement de canal doit être effectué au cours d'une communication par exemple si le canal utilisé devient brouillé ; en effet pendant le temps de recherche de canal libre, la communication doit être interrompue. Pour éviter cet inconvénient, on peut utiliser un récepteur
35 auxiliaire explorant en permanence les canaux pour la recherche d'un second canal libre en prévision du moment où le récepteur principal devra changer de canal ; mais cette solution est complexe.

Enfin, on doit noter que dans la pratique on utilise de plus en plus des systèmes mixtes combinant les accès multiples à répartition en fréquence et à répartition dans le temps et permettant plus aisément que les systèmes de type purement AMRT ou AMRF d'équiper
5 les stations fixes d'un nombre de canaux variable selon les lieux (zone urbaine ou rurale) ou selon le temps pour tenir compte de l'augmentation progressive du nombre des utilisateurs.

Ainsi, on peut constituer un système mixte AMRT/AMRF à capacité variable en multiplexant en fréquence un nombre variable de
10 trames AMRT. On peut distinguer les systèmes AMRT à large bande/AMRF dans lesquels chaque trame AMRT occupe une bande de largeur supérieure à la bande de cohérence d'un canal qui est de l'ordre de 200 KHZ et les systèmes AMRT à bande étroite/AMRF dans lesquels chaque trame AMRT occupe une bande de cohérence d'un canal. Dans les deux cas, les
15 stations fixes peuvent être équipées d'un nombre de canaux variable selon le lieu et selon le temps avec un incrément égal au nombre de canaux de communication contenus dans une trame AMRT. Enfin, on peut également constituer un système à capacité variable avec une variante d'un système mixte AMRT à bande étroite/AMRF dans laquelle sont effectués des sauts de fréquence au rythme des trames AMRT, ces sauts de
20 fréquence étant coordonnés entre les utilisateurs de façon à éviter les brouillages mutuels. Dans un tel système un canal de communication utilise un intervalle de temps des trames AMRT avec une fréquence porteuse variant suivant un code déterminé par la loi de sauts de fréquence utilisée. Ce système mixte est appelé par la suite système
25 AMRT/AMRC/AMRF, AMRC signifiant suivant l'usage "accès multiple à répartition dans les codes".

Il est clair que si l'on veut appliquer le procédé de recherche de canal libre décrit dans la demande de brevet N° 83 19 749 aux systèmes mixtes envisagés ci-dessus, qui comportent tous un accès multiple à répartition en fréquence, on retrouve les mêmes difficultés que
30 pour les systèmes de type purement AMRF.

La présente invention vise à fournir un procédé évitant ces difficultés en permettant de sélectionner un canal libre et de changer de
35 canal dans n'importe quel système de radio mobile, en particulier les trois systèmes mixtes envisagés, sans aucune interruption pendant les communications.

Conformément à l'invention, un procédé de recherche de canal libre du genre évoqué ci-dessus est caractérisé en ce que toutes les stations fixes transmettent en outre en permanence dans les canaux de la voie sémaphore qui leur sont alloués les adresses des canaux duplex qu'elles utilisent et dans la station mobile M est mesuré le niveau reçu dans lesdits canaux de la voie sémaphore et, lorsque le niveau mesuré dans ces canaux dépasse un seuil de gêne, les stations fixes ayant émis dans ces canaux sont dites gênantes, les adresses des canaux duplex occupés dans la voie descendante étant formées dans la station mobile M en prenant parmi les canaux duplex utilisés dont les adresses sont transmises par les canaux de la voie sémaphore ceux utilisés par les stations fixes gênantes.

Pour certaines stations fixes, l'information des canaux duplex utilisés transmises via la voie sémaphore peut être reçue dans les stations mobiles avec un niveau au seuil du niveau de gêne, ce qui peut procurer des erreurs dans la restitution de cette information.

Pour éviter cette difficulté, il est avantageux que le seuil de gêne soit fixé au seuil de bonne réception et que les stations fixes émettent dans les canaux de la voie sémaphore avec un niveau supérieur au niveau dans les canaux de communication d'une quantité substantiellement égale à la différence entre le seuil de bonne réception et ledit deuxième seuil.

La description suivante en regard des dessins annexés, le tout donné à titre d'exemple fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 représente les positions relatives de stations fixes et mobiles dans des zones dites de gêne.

Les figures 2 et 3 représentent des diagrammes temps-fréquence pour illustrer la structure de la voie sémaphore utilisée dans le procédé de l'invention, et la structure de la voie de communication descendante. La figure 2 concerne un système mixte à accès multiple à répartition dans le temps et en fréquence. La figure 3 concerne un système mixte à répartition dans le temps, dans les codes et en fréquence.

La figure 4 représente un schéma du dispositif mettant en oeuvre le procédé de l'invention dans une station mobile.

La figure 5 représente un schéma du dispositif mettant en oeuvre le procédé de l'invention dans une station fixe.

5 Pour expliquer le procédé de l'invention, on a représenté schématiquement sur la figure 1 les positions relatives de diverses stations fixes et mobiles d'un système de radio mobile à réseau cellulaire. Dans ces systèmes bien connus le territoire à couvrir est divisé en cellules généralement de forme hexagonale, telles que la cellule
10 H, chaque cellule comportant par exemple en son centre une station fixe telle que F. Chaque station fixe peut émettre en direction de mobiles dans des canaux de communication formant une voie descendante. On suppose qu'une communication bidirectionnelle doit être établie entre la station fixe F couvrant en principe une portion de territoire
15 définie par la cellule H et une station mobile M. La station mobile M peut émettre en direction des stations fixes dans des canaux de communication formant une voie montante. Les stations fixes peuvent être équipées pour émettre et recevoir dans l'ensemble des canaux de communication du réseau. Le procédé de l'invention a pour but la
20 recherche d'une paire de canaux libres montant et descendant pour établir une communication bidirectionnelle entre une station fixe F et une station mobile M. Comme pour le procédé décrit dans la demande de brevet précitée, à chaque canal de la voie montante est associé un canal déterminé de la voie descendante pour former un
25 canal de communication duplex qui doit être considéré comme occupé si le canal de la voie montante ou le canal de la voie descendante est occupé. On utilise également les notions de zones de gêne que l'on va préciser à l'aide de la figure 1.

30 On peut définir autour d'une station fixe telle que F une zone de gêne C_F à l'intérieur de laquelle toute station mobile telle que M_R est susceptible de gêner une communication entre F et la station mobile M si la puissance de réception dans un canal de la voie montante est supérieure à un premier seuil prédéterminé.

35 On peut également définir autour d'une station mobile telle que M une zone de gêne C_M à l'intérieur de laquelle toute station fixe telle que F_j est susceptible de gêner une communication entre M et la station fixe F si la puissance de réception dans un canal de la voie descendante est supérieure à un deuxième seuil prédéterminé.

Selon le procédé de recherche de canal libre décrit dans la demande de brevet N° 83 19 749, pour l'établissement d'une communication entre les stations F et M, la station fixe F détecte les canaux de la voie montante occupés par des communications avec des mobiles M_k situés dans sa zone de gêne C_F . Pour cela, la station fixe F mesure dans tous les canaux de la voie de communication montante le niveau de puissance reçu et compare les niveaux mesurés à un premier seuil prédéterminé, les canaux occupés étant ceux pour lesquels le niveau mesuré est supérieur à ce seuil. Les adresses des canaux duplex occupés dans la voie montante sont alors transmis en direction des stations mobiles par une voie sémaphore formée d'intervalles de temps équidistants, alloués successivement et de façon périodique à toutes les stations fixes d'un motif de cellules à l'aide duquel est constitué le réseau cellulaire. D'autre part, selon le procédé connu, la station mobile M détermine les canaux de la voie descendante occupés par des communications avec des stations fixes F_j situées dans sa zone de gêne C_M suivant une méthode directe, analogue à celle utilisée dans la station fixe, c'est-à-dire en mesurant dans tous les canaux de la voie de communication descendante le niveau de puissance reçu et en comparant les niveaux mesurés à un second seuil prédéterminé, les canaux occupés étant ceux pour lesquels le niveau mesuré est supérieur à ce seuil. A partir des adresses des canaux duplex occupés dans la voie montante transmis par la voie sémaphore et des adresses des canaux descendants occupés (ou canaux duplex occupés dans la voie descendante) détectés dans la station mobile M, cette dernière peut aisément sélectionner un canal de communication duplex libre ayant une adresse différente de celles de tous ces canaux duplex occupés.

Mais, comme on l'a déjà indiqué, la détection dans la station mobile M des canaux duplex occupés dans la voie descendante par la méthode directe définie ci-dessus, rend le procédé connu difficilement utilisable dans tous les systèmes comportant un accès multiple à répartition en fréquence, systèmes de type purement AMRF ou systèmes mixtes.

Selon la présente invention, la détermination des canaux duplex occupés dans la voie descendante est effectuée d'une façon différente, évitant complètement les difficultés du procédé connu. Cette détermination est basée sur la remarque suivante : à la station mobile M, le
5 niveau du signal reçu est le même pour tous les canaux descendants utilisés par une station fixe, canaux de communication et canal sémaphore.

Par conséquent, pour identifier les canaux de communication duplex occupés dans la voie descendante par des communications avec des stations
10 fixes F_j situés dans la zone de gêne C_M , on peut suivant la présente invention, utiliser dans la station mobile M les deux informations suivantes :

- une première information est constituée par la liste des stations voisines F_j gênantes. Cette liste peut être aisément établie dans la
15 station mobile M en mesurant les niveaux et en comparant ces niveaux à un seuil dans les différents canaux de la voie sémaphore, qui supportent des signaux provenant séquentiellement de toutes les stations fixes d'un motif de cellules.

- une deuxième information est la liste de canaux de communication duplex utilisés par toutes les stations F_j , en y incluant la station F avec laquelle la communication doit être établie. Cette liste connue évidemment de chaque station fixe peut être diffusée en permanence par la voie sémaphore en direction des stations mobiles.

Les canaux duplex occupés dans la voie descendante peuvent alors
25 être aisément déterminés en prenant parmi les canaux de communication duplex utilisés, fournis par la deuxième information, ceux provenant des stations fixes gênantes, fournis par la première information.

On peut noter que la première information ne nécessite pratiquement dans une station mobile aucun équipement supplémentaire. En effet,
30 le niveau dans les canaux de la voie sémaphore peut être déjà mesuré pour la détermination nécessaire de la station fixe de rattachement qui est la station reçue avec le plus fort niveau et qui est susceptible de changer lors du mouvement du véhicule supportant la station mobile.

Par ailleurs, pour éviter toute erreur de réception de la deuxième information (liste des canaux utilisés) dans une station mobile, qui peut recevoir les canaux de la voie sémaphore avec un niveau au seuil de gêne, il est avantageux d'augmenter d'un nombre fixe et connu de décibels le niveau émis dans les canaux de la voie sémaphore de façon à amener le seuil de gêne au seuil de bonne réception. La différence entre ces deux niveaux est de l'ordre de 15 à 20 dB. En procédant de cette manière, les stations fixes émettent avec deux niveaux de puissance, l'un étant utilisé pour les canaux de communication et l'autre plus élevé étant utilisé pour les canaux de la voie sémaphore.

10 Finalement, avec le procédé de la présente invention, chaque station fixe émet dans la voie sémaphore :

- à l'usage de toutes les stations mobiles, la liste des canaux de communication duplex qu'elle utilise (pour la détermination des canaux occupés dans la voie descendante, comme on vient de l'expliquer).
- 15 - à l'usage des stations mobiles qui lui sont rattachées, la liste des canaux duplex occupés dans la voie montante (comme selon le procédé de la demande de brevet précitée).

20 Il est clair que ces deux informations émises par chaque station fixe peuvent être combinées pour utiliser un moindre nombre d'éléments binaires.

Une station mobile sélectionne donc un canal duplex libre à l'exception :

- des canaux duplex occupés dans la voie montante, qui gênent sa station de rattachement et dont la liste lui est fournie par cette dernière, par la voie sémaphore.
- 25 - des canaux duplex occupés dans la voie descendante, qui sont déterminés selon le procédé de la présente invention.

30 Ce procédé peut s'appliquer dans les mêmes circonstances que celles décrites dans la demande de brevet N° 83 19 749 ;

- lorsque la station mobile M veut appeler un abonné rattaché au réseau ou une autre station mobile, elle sélectionne par mesure des niveaux dans la voie sémaphore la station fixe la mieux reçue, qui devient sa station de rattachement F. Puis, la station mobile M choisit un canal duplex libre pour liaison avec M.
- 35

- lorsqu'une station fixe F veut appeler l'une des stations mobiles M situées dans sa zone d'action, elle diffuse par la voie sémaphore le numéro de la station mobile appelée et celle-ci choisit un canal duplex libre par le procédé de l'invention.
- 5 - lorsqu'au cours d'une communication entre la station fixe F et la station mobile M, cette dernière vient à se trouver gênée par des signaux provenant d'une autre station fixe F_j , la station M recherche un nouveau canal duplex libre par le procédé de l'invention et effectue un changement de canal.
- 10 - lorsqu'au cours d'une communication entre la station mobile M et la station fixe F, cette dernière vient à se trouver gênée par des signaux provenant d'une autre station mobile M_k , la station fixe F en informe la station mobile M en diffusant à nouveau son numéro par la voie sémaphore et la station mobile M procède alors à une recherche
15 de canal libre et à un changement de canal.
- enfin, lorsqu'au cours d'une communication entre la station fixe F et la station mobile M, cette dernière détecte une station fixe F' qui est mieux reçue que la station F, la station mobile M effectue les mêmes opérations de recherche de canal libre et de changement de
20 canal, avec en plus la transmission aux stations fixes concernées F et F' des informations de service relatives au changement de station.

On va maintenant décrire une structure de voie sémaphore permettant que la recherche de canal libre suivant le procédé de l'invention puisse être effectuée sans interruption de la communication entre une
25 station fixe et une station mobile, quel que soit le type du système de radio mobile.

Il suffit pour cela que la station mobile M reçoive les informations de la voie sémaphore, quel que soit le canal de la voie descendante utilisé lors de la communication avec la station fixe M. Bien
30 entendu, si cette condition est réalisée, la veille dans un mobile pourra être effectuée sur n'importe quel canal de la voie descendante, ce qui offre également l'avantage de rendre le procédé insensible au brouillage d'un canal particulier, lors d'un appel.

La voie sémaphore consiste en des intervalles de temps équidistants alloués successivement et périodiquement à toutes les stations fixes d'un motif de cellules, ces intervalles de temps se produisant simultanément pour toutes les fréquences porteuses utilisables par une station fixe. Bien entendu, tous les intervalles de temps de la voie sémaphore doivent être synchronisés pour toutes les stations fixes d'un système de radio mobile et cette synchronisation doit être récupérée dans les stations mobiles.

Dans un système purement AMRT correspondant au cas particulier d'une seule fréquence porteuse, on retrouve la voie sémaphore décrite dans la demande de brevet N° 83 19 749. Dans un système purement AMRT, on aurait pour la voie sémaphore autant d'intervalles de temps simultanés que de canaux de communication. Mais comme on l'a déjà indiqué, ce système ne permet pas pratiquement un équipement différent et progressif des stations fixes.

On va maintenant montrer à l'aide des diagrammes des figures 2 et 3 comment on peut organiser la voie sémaphore dans des systèmes mixtes permettant plus facilement d'équiper les stations fixes en fonction des besoins.

La figure 2 représente dans un diagramme temps t - fréquence f la structure de la voie de communication descendante et de la voie sémaphore pour un système AMRT large bande/AMRF. Une station fixe peut être équipée d'un nombre N_f de fréquences porteuses, allant jusqu'à une valeur maximale N_{fm} et servant chacune à transmettre des trames AMRT de période T_1 . Une trame AMRT comporte x canaux temporels et occupe une bande de largeur ΔF . Les bandes ΔF sont jointives pour l'ensemble des fréquences porteuses.

Dans l'exemple représenté, le nombre maximal de fréquences porteuses est $N_{fm} = 12$, la largeur de bande ΔF est de 2 MHz de sorte que la bande maximale occupée par la voie de communication descendante est 24 MHz. Une trame AMRT comporte $n = 60$ canaux temporels de largeur 0,5 mS de sorte qu'une trame AMRT a une période $T_1 = 0,5 \text{ mS} \times 60 = 30 \text{ mS}$.

La voie sémaphore est constituée à l'aide des intervalles de temps marqués S avec un indice indiquant le numéro des intervalles de temps dans une période T_2 de trame sémaphore. Tous les intervalles de temps S se produisent au même instant pour toutes les fréquences porteuses F_1 à F_{12} et sont séparés par une durée D qui est produit par un entier N de la période T_1 de trame AMRT. Dans l'exemple choisi $N = 4$. Dans une période T_2 de trame sémaphore, on trouve un nombre d'intervalles de temps S égal à la taille C_h du motif choisi (nombre de cellules du motif) de façon que toutes les stations fixes du motif puissent émettre successivement au cours d'une période T_2 . Dans l'exemple choisi sur la figure 2 $C_h = 25$ et les intervalles de temps S représentés sont $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{25}$. Si l'intervalle de temps S du canal sémaphore a la même durée $0,5 \text{ mS}$ que celle d'un canal de communication, la période de la trame sémaphore est

$$T_2 = 0,5 \text{ mS} \times C_h (N.n + 1) = 0,5 \text{ mS} \times 25 (240 + 1) = 3,0125 \text{ S}.$$

Les stations fixes émettent par permutation circulaire à la fois en temps et en fréquence. Ainsi, comme on l'a représenté dans l'exemple de la figure 2 par des nombres dans les cases correspondant aux intervalles de temps S et aux fréquences porteuses, pour la fréquence porteuse F_1 les intervalles de temps successifs $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{25}$ servent respectivement à l'émission des stations fixes N° 1, 2, 3...25 ; pour la fréquence porteuse F_2 , les intervalles de temps $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{25}$ servent à l'émission des stations fixes N° 2, 3, 4...1 ; et ainsi de suite jusqu'à la fréquence porteuse F_{12} pour laquelle les intervalles de temps $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{25}$ servent à l'émission des stations fixes 12, 13, 14...11. A n'importe quel intervalle de temps S_1 à S_{25} de la voie sémaphore, toutes les stations fixes d'un motif émettent dans cette voie sémaphore. Bien entendu, on pourrait utiliser un autre exemple de permutation circulaire, pourvu que toutes les stations fixes émettent dans les C_h intervalles de temps S d'une période de trame sémaphore. La condition pour que ceci soit réalisé est que la différence entre les numéros des stations fixes émettant successivement soit un nombre premier avec la taille C_h du motif. Dans l'exemple de $C_h = 25$, on peut choisir pour cette différence le nombre 4. Pour la fréquence porteuse

F_1 , on aurait alors successivement pour les intervalles S_1 à S_{25} l'émission des stations fixes N° 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 3, 7, 11, 15, 19, 23, 2, 6, 10, 14, 18, 22. Pour la fréquence porteuse F_2 , on aurait successivement l'émission des stations fixes N° 5 à 1, suivant l'ordre ci-dessus. Enfin pour la fréquence porteuse F_{12} , on aurait successivement l'émission des stations fixes N° 20 à 16 suivant l'ordre ci-dessus.

Avec la structure de la voie sémaphore que l'on vient de décrire, il est clair que sur n'importe quel canal de communication (avec une fréquence porteuse quelconque) que se trouve une station mobile en veille ou en communication avec une station fixe, cette station mobile reçoit par la voie sémaphore toutes les informations des stations fixes d'un motif lui permettant la recherche d'un canal libre. D'autre part, les stations fixes peuvent être équipées d'un nombre N_f de fréquences porteuses variable, jusqu'à une valeur maximale N_{fm} , suivant les besoins requis dans le temps et dans l'espace : dans l'exemple de la figure 2, $N_{fm} = 12$. Quelles que soient les fréquences porteuses utilisées, une station mobile recevra toujours par la voie sémaphore les informations nécessaires à la recherche d'un canal libre.

Un système AMRT bande étroite/ AMRT ne nécessite pas une description particulière. Par rapport au système de la figure 2, on a simplement une bande ΔF plus étroite, par exemple 200 KHZ, pour la trame des canaux AMRT, cette trame comportant un nombre plus faible de canaux temporels, par exemple 6 canaux. Le nombre maximal de fréquences porteuses peut être plus élevé, de façon à obtenir au total le même nombre de canaux de communication. La structure du canal sémaphore peut être la même que celle de la figure 2, avec la même distance D entre les intervalles S de la voie sémaphore et la même période T_2 de la voie sémaphore.

On va plutôt décrire à l'aide du diagramme temps-fréquence de la figure 3, un système AMRT bande étroite/AMRC/AMRF. Dans un tel système chaque canal de communication qu'utilise un intervalle de temps d'une trame AMRT n'est pas supporté par une fréquence porteuse fixe, mais par une fréquence porteuse variant par sauts suivant une loi déterminée.

Dans un système comme celui de la figure 3, chaque station fixe doit être équipée d'un nombre N_f de fréquences porteuses multiple de la taille C_h du motif choisi : $N_f = KC_h$, K entier déterminant le nombre de groupes dans lesquels sont réparties les fréquences porteuses. Dans l'exemple de la figure 3, celles-ci sont réparties en 5 groupes G_1 à G_5 comportant chacun 25 fréquences porteuses, le nombre maximal N_{fm} de fréquences porteuses étant ainsi de 125. La largeur de bande utilisée autour de chaque fréquence porteuse pour transmettre la trame AMRT est $\Delta f = 0,2$ MHz. Ces bandes Δf sont jointives pour l'ensemble des fréquences porteuses de sorte que la bande maximale occupée par la voie de communication descendante est de $0,2 \text{ MHz} \times 25 \times 5 = 25 \text{ MHz}$.

Le fonctionnement du système est analogue pour chacun des groupes de fréquences porteuses G_1 à G_5 et l'on décrit plus particulièrement la structure des canaux de communication et de la voie sémaphore pour le groupe G_1 .

Une trame AMRT comporte 6 intervalles de temps de durée 5mS de sorte qu'une trame AMRT à une période $T_1 = 5 \times 6 = 30\text{mS}$. Chaque canal de communication est constitué par un intervalle de temps de la trame AMRT supporté par une fréquence porteuse variant par sauts suivant une loi déterminée, l'intervalle de temps entre deux sauts successifs étant la période T_1 de la trame AMRT. Sur le diagramme de la figure 3, on a représenté par des cases hachurées, l'espace temps-fréquence occupé par un canal de communication utilisant un intervalle de temps et une loi de sauts de fréquence. Dans l'exemple représenté, les fréquences porteuses utilisées par ce canal croissent, au cours d'une période de la loi de sauts de fréquence, dans l'ordre allant de f_1 à f_{25} . Bien entendu, un autre ordre pourrait être utilisé ; pourvu que les 25 fréquences porteuses soient utilisées dans cette période. Pour le groupe G_1 de 25 fréquences porteuses, 25 lois de sauts de fréquence sont possibles, ces lois étant obtenues par des décalages temporels multiples de la période T_1 de la trame AMRT. Ainsi, l'utilisation dans une station fixe d'un groupe de fréquences porteuses tel que G_1 permet d'obtenir $G \times 25 = 150$ canaux de communication. En juxtaposant 5 groupes de fréquences porteuses fonctionnant comme G_1 on peut obtenir $5 \times 150 = 750$ canaux de communication.

La voie sémaphore est constituée de façon analogue à celle représentée sur la figure 2, à l'aide d'intervalles de temps S équidistants, au nombre de $C_h = 25$ dans une période de T_2 de trame sémaphore. Ces intervalles de temps repérés S_1 à S_{25} dans une période T_2 se produisent aux mêmes instants pour toutes les fréquences porteuses des 5 groupes de fréquence G_1 à G_5 . Ces intervalles de temps S de la voie sémaphore sont séparés par une durée D qui est le produit par un entier N de la période T_1 de trame AMRT. Les C_h stations fixes d'un motif de cellules peuvent émettre successivement dans les C_h intervalles de temps S de la trame sémaphore si N est un nombre premier avec C_h , ce qui est réalisé dans l'exemple de la figure 3 avec $C_h = 25$ et $N = 4$. Si l'intervalle de temps S du canal sémaphore a la même durée 5mS que celui d'un canal de communication, la période de la trame sémaphore a la durée $T_2 = 5mS \times C_h (Nn+1) = 5mS \times 25(24 + 1) = 3,125 S$.

Les stations fixes émettent dans la voie sémaphore, par permutation circulaire à la fois en temps et en fréquence. Dans l'exemple de la figure 3 où les fréquences porteuses du groupe G_1 sont utilisées dans les lois de sauts de fréquences dans l'ordre de f_1 à f_{25} ; on voit que pour la fréquence porteuse f_1 les intervalles de temps S_1 à S_{25} servent à l'émission des stations fixes N° 1 à 25; pour la fréquence porteuse f_2 , les intervalles de temps S_1 à S_{25} servent à l'émission des stations fixes N° 2 à 1; et ainsi de suite jusqu'à la fréquence porteuse f_{25} pour laquelle les intervalles de temps S_1 à S_{25} servent à l'émission des stations fixes N° 25 à 24.

Avec cette structure de voie sémaphore, si les stations fixes sont équipées du groupe de fréquences porteuses G_1 , une station mobile en veille ou en communication avec une station fixe sur un canal de communication quelconque utilisant l'une des 25 lois de sauts de fréquence possibles, reçoit forcément par la voie sémaphore les informations de toutes les stations fixes d'un motif, lui permettant la recherche d'un canal libre pour établir une communication ou changer de canal.

Si les stations fixes sont équipées de plusieurs des groupes de fréquences porteuses G_1 à G_5 , chaque groupe de C_h fréquences porteuses ($C_h = 25$), peut utiliser des lois de sauts de fréquences indépendantes et analogues à celles décrites pour le groupe G_1 ; de même la structure

de la voie sémaphore peut être pour chaque groupe analogue à celle décrite pour le groupe G_1 . Dans ces conditions, toute station mobile en veille ou en communication sur un canal de communication déterminé, l'un des groupes G_1 à G_5 reçoit forcément par la voie sémaphore toutes
 5 les informations lui permettant la recherche d'un canal libre.

Les messages sémaphore émis par les stations fixes dans toutes les fréquences porteuses qu'elles utilisent (N_{fm} fréquences porteuses au maximum), ont un contenu identique qui est le suivant :

- l'adresse de la station fixe expéditrice du message,
- 10 - les informations de service relatives aux appels, à savoir le numéro du ou des abonnés mobiles demandés et la nature de l'appel (appel, retour d'appel, accusé de réception, fin de communication, commande de changement de canal, etc...)
- pour la recherche de canal libre selon le procédé de l'invention
- 15 * la liste L_1 des canaux duplex utilisés par la station fixe,
- * la liste L_2 des canaux duplex reconnus comme occupés par la station fixe, à l'aide de mesures de niveau dans les canaux de la voie montante.
- en outre, un message sémaphore indique :
- 20 * dans un système AMRT large bande/AMRF, la ou les fréquences porteuses N_f équipant la station fixe et de préférence une seule fréquence porteuse sélectionnée par la station fixe et à utiliser par la station mobile pour le choix d'un canal de communication,
- * dans un système AMRT bande étroite/AMRC/AMRT, le ou les
- 25 groupes de fréquences porteuses équipant la station fixe (c'est-à-dire la ou les valeurs de K dans $N_f = KC_h$) et de préférence un seul groupe sélectionné par la station fixe et à utiliser par la station mobile pour le choix d'un canal de communication.

En transmettant les deux dernières informations, une station
 30 fixe peut ainsi orienter à tout moment le choix du canal libre par les stations mobiles vers la fréquence porteuse la moins chargée en canaux occupés ou vers le groupe de fréquences porteuses le moins chargé. Par exemple, quand une fréquence porteuse (ou un groupe de fréquences porteuses) équipe une station fixe, mais pas ses voisines. Cette station
 35 fixe orientera le choix des stations mobiles vers cette fréquence ou ce groupe de fréquences. Par ailleurs, si dans un message plusieurs

demandes d'appel sont émises par la station fixe, celle-ci indique dans les messages sémaphore correspondants une fréquence porteuse ou un groupe de fréquences porteuses différent pour chaque station mobile. Ainsi, on évite le risque de voir plusieurs stations mobiles appelées
5 choisir le même canal au même moment.

En outre, en transmettant les deux dernières informations, la station fixe peut limiter les canaux des listes L_1 et L_2 , à ceux faisant partie de la fréquence porteuse ou du groupe de fréquences porteuses choisi, ce qui diminue le nombre de bits du message sémaphore.

10 La mise en oeuvre du procédé de l'invention peut être effectuée dans une station mobile suivant le schéma de la figure 4. Ce schéma n'indique que les organes principaux, concernés par le procédé.

Selon la figure 4, une station mobile comporte un récepteur radio 1 connecté à une antenne réceptrice 2. La sortie 3 du récepteur
15 fournit le signal de sortie démodulé qui est appliqué à un décodeur 4. Ce dernier fournit sur sa sortie 5 le signal décodé de données ou de parole transmis vers le récepteur sur le canal de communication choisi. La sortie 6 du décodeur fournit les informations reçues dans la voie sémaphore et concernant la recherche de canal libre. Enfin, en suppo-
20 sant incorporés dans le décodeur, des dispositifs de synchro bit et de synchrotrame la sortie 7 du décodeur fournit le signal de synchrotrame de la voie sémaphore (trame à C_h intervalles de temps successifs déterminant les C_h canaux de la voie sémaphore). Le récepteur radio 1 comporte d'autre part une sortie basse fréquence auxiliaire 8, située
25 avant le limiteur du récepteur et permettant ainsi une mesure du niveau de réception. Le signal sur cette sortie 8 est appliqué à un dispositif de mesure de niveau 9 qui reçoit par ailleurs le signal de synchrotrame de la voie sémaphore et qui fournit ainsi le niveau mesuré dans les C_h canaux de la voie sémaphore. Les niveaux mesurés
30 sortant du dispositif 9 sont aiguillés dans le dispositif 10 sur C_h filtres passe bas fournissant chacun une moyenne du niveau mesuré sur plusieurs périodes de trame sémaphore afin d'éviter les anomalies possibles dans les mesures de niveau. Aux C_h sorties du dispositif 10, on obtient ainsi le niveau dans les C_h canaux de la voie sémaphore en provenance des C_h stations fixes d'un motif de cellules. Les niveaux fournis
35

par le dispositif 10 sont comparés entre eux dans le circuit compa-
rateur 11, aux instants caractéristiques S du signal de synchro trame.
Le circuit comparateur 11 détermine le niveau le plus élevé et la posi-
tion du canal correspondant dans la trame sémaphore, cette position
5 fournissant l'adresse de la station fixe de rattachement qui est
stockée dans la mémoire 12. Cette adresse est fournie à l'émetteur
radio 13 pour être diffusée via l'antenne d'émission 14. L'émetteur
14 reçoit bien entendu d'autres signaux à diffuser (messages de
procédures, signaux de phonie ou de données) qui n'ont pas été repré-
10 sentés pour simplifier.

Pour mettre en oeuvre le procédé de l'invention, les C_h niveaux
mesurés fournis par le dispositif 10 sont appliqués à C_h circuits
à seuil, tels que 15. Le seuil commun de ces circuits est le seuil
dit de gêne. Si le niveau reçu dans un canal dépasse ce seuil de gêne,
15 la station fixe ayant émis dans ce canal est dite gênante. La liste L
des adresses des stations fixes gênantes ayant déterminé un dépasse-
ment du seuil de gêne sont stockées dans la mémoire 16 à C_h bits.

Par ailleurs, la sortie 6 du décodeur 4 fournit les informations
reçues dans les différents canaux de la voie sémaphore, à savoir pour
20 chaque canal sémaphore, la liste L_1 des canaux de communication utili-
sés par la station fixe émettant dans le canal sémaphore, la liste
 L_2 des canaux reconnus comme occupés par cette station fixe, enfin
l'information I indiquant la ou les fréquences porteuses (le ou les
groupes de fréquences porteuses) à utiliser pour la recherche de canal
25 libre. Ces informations reçues dans la voie sémaphore sont stockées
dans la mémoire 17.

La liste L des stations fixes gênantes stockée dans la mémoire
16 d'une part et les listes L_1 , L_2 et l'information I stockées dans
la mémoire 17 d'autre part, sont lues dans ces mémoires lors d'un
30 appel ou d'une circonstance nécessitant un changement de canal. A
partir de L, L_1 , L_2 , I, un canal duplex libre peut être aisément choisi,
à l'aide d'un procédé de l'invention décrit plus haut. En bref, un
canal duplex libre sélectionné :

- doit appartenir aux canaux déterminés par l'information I,
- ne doit pas appartenir à la liste L_2 des canaux occupés dans la voie montante,
- ne doit pas appartenir à la liste L_1 des canaux utilisés et provenant des stations fixes gênantes de la liste L.

Les moyens destinés à mettre en oeuvre le procédé de l'invention dans une station fixe sont représentés sur la figure 5. Si la station fixe est équipée pour N_f fréquences porteuses, elle comporte N_f récepteurs radio à fréquence fixe, tels que 20 et 21, muni d'antennes réception et ayant comme le récepteur 1 de la station mobile de la figure 4, une sortie basse fréquence auxiliaire située avant le limiteur de récepteur. Les signaux à ces sorties basse fréquence 22, 23 sont appliqués aux dispositifs de mesure de niveau 24, 25 qui reçoivent par ailleurs d'un générateur 26 le signal de synchro trame des canaux de communication AMRT (trame à n intervalles de temps successifs). Chacun des dispositifs de mesure de niveau 24, 25 fournit ainsi le niveau mesuré dans les n canaux de la voie de communication montante. Les niveaux mesurés, fournis par 24, 25 sont aiguillés dans chacun des dispositifs 27, 28 vers n filtres passe bas. Ainsi, on obtient à la sortie de l'ensemble des dispositifs tels que 27, 28, les niveaux mesurés dans les nN_f canaux de la voie de communication montante. Ces niveaux mesurés sont appliqués à nN_f circuits à seuil réglés tels que 29, 30 et 31, 32. Tous ces circuits sont réglés sur le même seuil (appelé plus haut, premier seuil) et les canaux pour lesquels ce seuil est dépassé sont reconnus comme occupés. L'information des dépassements est appliquée à la mémoire 33 à nN_f bits et lorsque celle-ci est lue, elle fournit la liste L_2 des canaux reconnus comme occupés par la station fixe. Par ailleurs, la liste L_1 des canaux utilisés par la station fixe est fournie à la mémoire 34. Enfin, l'information I de la ou les fréquences porteuses (du groupe ou des groupes de fréquences porteuses) à utiliser pour la recherche de canal libre est fournie à la mémoire 35. Le message à transmettre dans la voie sémaphore et comportant les listes L_1 , L_2 et l'information I est formé en 36, pour être appliqué à l'émetteur 37, en vue d'être diffusé par l'antenne 38.

REVENDECATIONS

1. Procédé de recherche de canal libre pour un système de radio mobile à réseau cellulaire dans lequel chaque canal de la voie de communication montante est associé à un canal déterminé de la voie de communication descendante pour former un canal duplex assurant la communication entre l'une quelconque des stations fixes et l'une quelconque des stations mobiles, procédé selon lequel, pour la recherche d'un canal duplex libre entre une station fixe F et une station mobile M,
- 5 - dans la station fixe F sont détectés les canaux duplex occupés dans la voie montante pour lesquels le niveau de puissance reçu est supérieur à un premier seuil déterminé et les adresses desdits canaux occupés sont transmis par l'un des canaux d'une voie sémaphore formée d'intervalles de temps équidistants alloués successivement et de
- 15 façon périodique à toutes les stations fixes d'un motif de cellules constituant le réseau cellulaire,
- dans la station mobile M doivent être déterminées les adresses des canaux duplex occupés dans la voie descendante pour lesquels le niveau de puissance reçu est supérieur à un deuxième seuil déterminé,
- 20 un canal duplex libre étant choisi parmi ceux ayant une adresse différente de celles des canaux occupés transmis par la voie sémaphore et des canaux occupés à déterminer dans la station mobile M, caractérisé en ce que toutes les stations fixes transmettent en outre en permanence dans les canaux de la voie sémaphore qui leur sont alloués les adresses
- 25 des canaux duplex qu'elles utilisent et dans la station mobile M est mesuré le niveau reçu dans lesdits canaux de la voie sémaphore et, lorsque le niveau mesuré dans ces canaux dépasse un seuil de gêne, les stations fixes ayant émis dans ces canaux sont dites gênantes, les adresses des canaux duplex occupés dans la voie descendante étant
- 30 formées dans la station mobile M en prenant parmi les canaux duplex utilisés dont les adresses sont transmises par les canaux de la voie sémaphore ceux utilisés par les stations fixes gênantes.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit seuil de gêne est fixé au seuil de bonne réception et les stations fixes
- 35 émettent dans les canaux de la voie sémaphore avec un niveau supérieur au niveau dans les canaux de communication d'une quantité substantiellement égale à la différence entre le seuil de bonne réception et ledit

deuxième seuil.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les intervalles de temps déterminant les canaux de la voie sémaphore se produisent simultanément pour toutes les fréquences porteuses utilisables par les stations fixes.

4. Procédé selon la revendication 3, utilisé dans un système de radio mobile du type AMRT (Accès Multiple à Répartition dans le Temps) / AMRF (Accès multiple à Répartition dans les Fréquences), système dans lequel chaque station fixe peut être équipée d'un nombre variable de fréquences porteuses et chaque fréquence porteuse sert à transmettre des trames AMRT comportant n canaux temporels de communication multiplexés dans le temps, procédé caractérisé en ce que les intervalles de temps déterminant les canaux de la voie sémaphore sont séparés par une durée multiple de la période de trame AMRT et dans la période de trame sémaphore le nombre des intervalles de temps déterminant les canaux de la voie sémaphore est égal à la taille C_h du motif de cellules, les stations fixes d'un motif émettant par permutation circulaire dans les intervalles de temps déterminant les canaux de la voie sémaphore et dans l'ensemble des fréquences porteuses..

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que pour la recherche d'un canal duplex libre pour la communication entre la station fixe F et la station mobile M, la station fixe F transmet en outre par le canal de la voie sémaphore qui lui est alloué l'information sur la ou les fréquences porteuses à utiliser dans la station mobile M pour la recherche d'un canal libre.

6. Procédé selon la revendication 3, utilisé dans un système de radio mobile du type AMRT/AMRC (accès multiple à répartition dans les codes), / AMRF, système dans lequel chaque station fixe peut être équipée d'un nombre variable de fréquences porteuses et les trames AMRT comportant n canaux temporels de communication multiplexés dans le temps sont supportées par une fréquence porteuse variant par sauts suivant des lois déterminées, caractérisé en ce que le nombre de fréquences porteuses est un multiple de la taille C_h du motif de cellules et les fréquences porteuses sont réparties en K groupes (K entier), les intervalles de temps déterminant les canaux de la voie sémaphore étant séparés par une durée D multiple par N de la période de trame AMRT (N entier étant premier avec C_h), les stations fixes d'un motif de cellules émettant

par permutation circulaire dans les intervalles de temps déterminant les canaux de la voie sémaphore et dans l'ensemble des fréquences porteuses de chaque groupe de fréquences porteuses.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que, pour la
5 recherche d'un canal duplex libre pour la communication entre la station fixe F et la station mobile M, la station fixe F transmet en outre par le canal de la voie sémaphore qui lui est alloué l'information sur le groupe ou les groupes de fréquences porteuses à utiliser pour la recherche d'un canal libre.
- 10 8. Dispositif utilisé dans une station mobile pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'à une sortie auxiliaire du récepteur permettant une mesure du niveau de puissance reçu est connecté un circuit de mesure de niveau recevant d'autre part un signal de synchro trame sémaphore pour effectuer la
15 mesure de niveau aux intervalles de temps des canaux de la voie sémaphore, des filtres passe-bas recevant respectivement les niveaux mesurés dans les canaux de la voie sémaphore, des circuits à seuils tous réglés audit seuil de gêne étant connectés à la sortie des filtres passe-bas pour fournir, lorsque ce seuil est dépassé, les
20 adresses des stations fixes gênantes dont la liste est stockée dans une mémoire, le dispositif comportant également une mémoire pour stocker les informations transmises à la station mobile par les stations fixes, les informations stockées dans ces mémoires étant lues et utilisées pour la sélection d'un canal duplex libre.
- 25 9. Dispositif utilisé dans une station fixe pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque récepteur de la station fixe comporte une sortie auxiliaire permettant une mesure du niveau de puissance reçu, et le dispositif comporte pour chaque récepteur, un circuit de mesure de niveau connecté
30 à la sortie auxiliaire du récepteur et recevant d'autre part un signal de synchro trame AMRT pour effectuer la mesure de niveau aux intervalles de temps des canaux de communication multiplexés dans le temps, des filtres passe-bas recevant respectivement les niveaux mesurés dans les canaux de communication multiplexés dans le temps, des circuits à seuils tous réglés audit premier seuil étant connectés à la
35 sortie des filtres passe-bas, l'ensemble des circuits à seuil fournissant, lorsque ce seuil est dépassé, les adresses des canaux duplex

occupés dans la voie montante dont la liste est stockée dans une
mémoire, le dispositif comportant également une mémoire stockant la
liste des adresses des canaux utilisés dans la station fixe et une
mémoire stockant l'information de la ou les fréquences porteuses
5 (le groupe ou les groupes de fréquences porteuses) à utiliser dans
la station mobile devant rechercher un canal libre, les informations
stockées dans ces mémoires étant lues pour être transmises par le
canal de la voie sémaphore alloué à la station fixe.

10

15

20

25

30

35

1/4

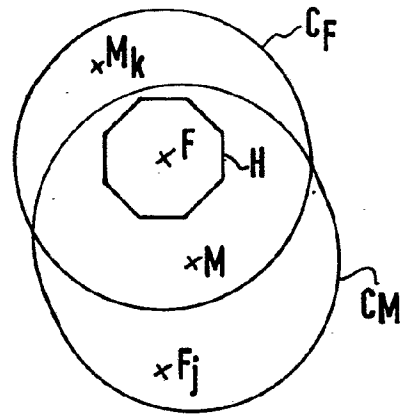


FIG. 1

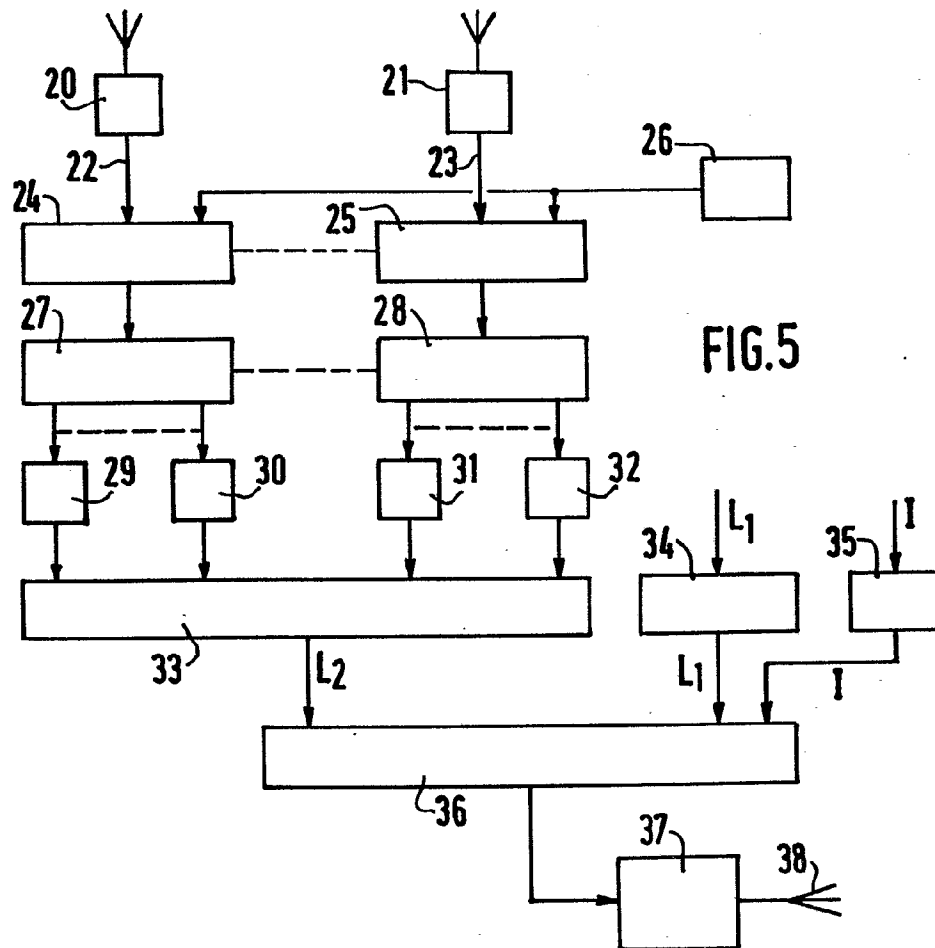
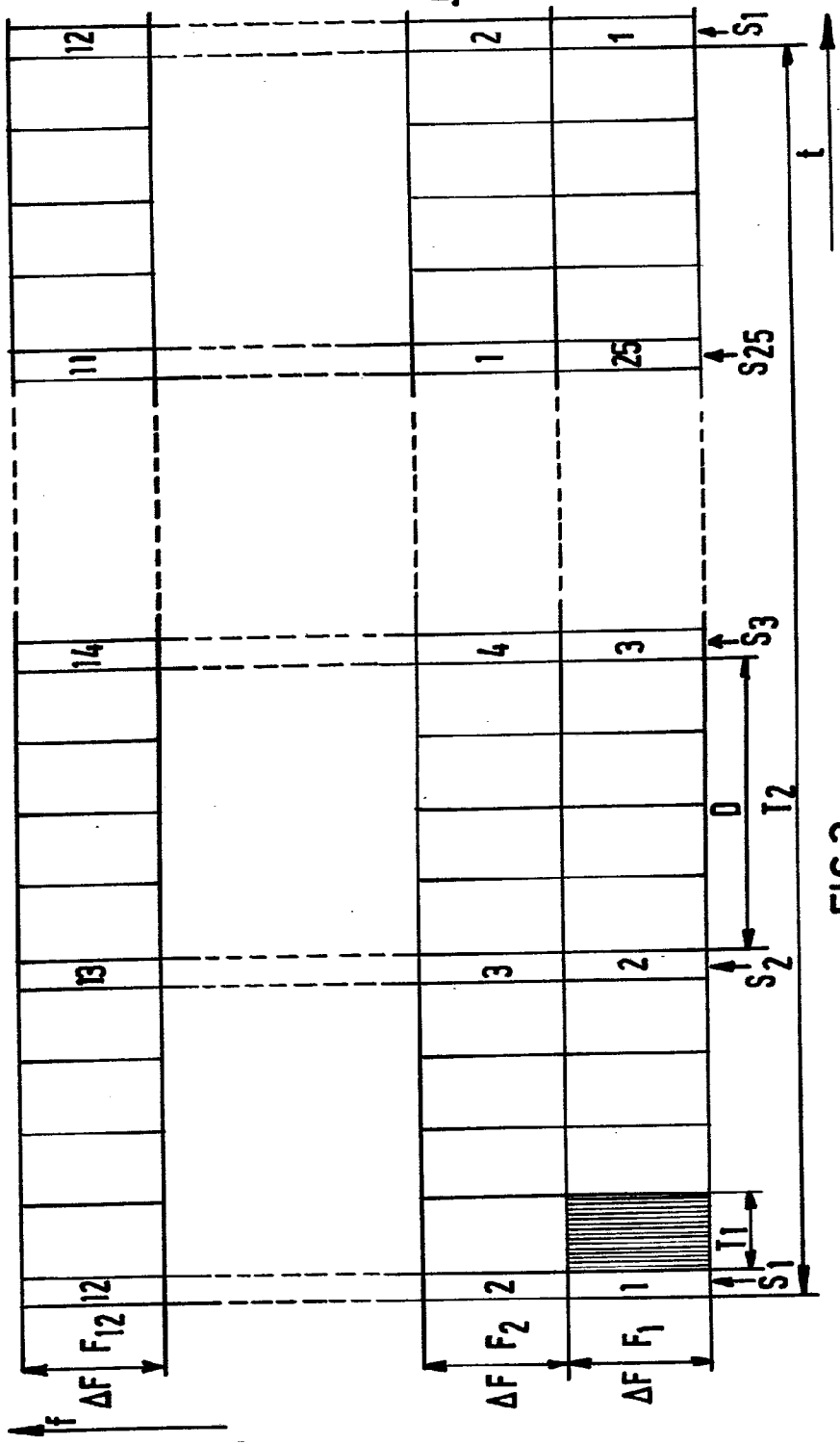


FIG. 5

2/4



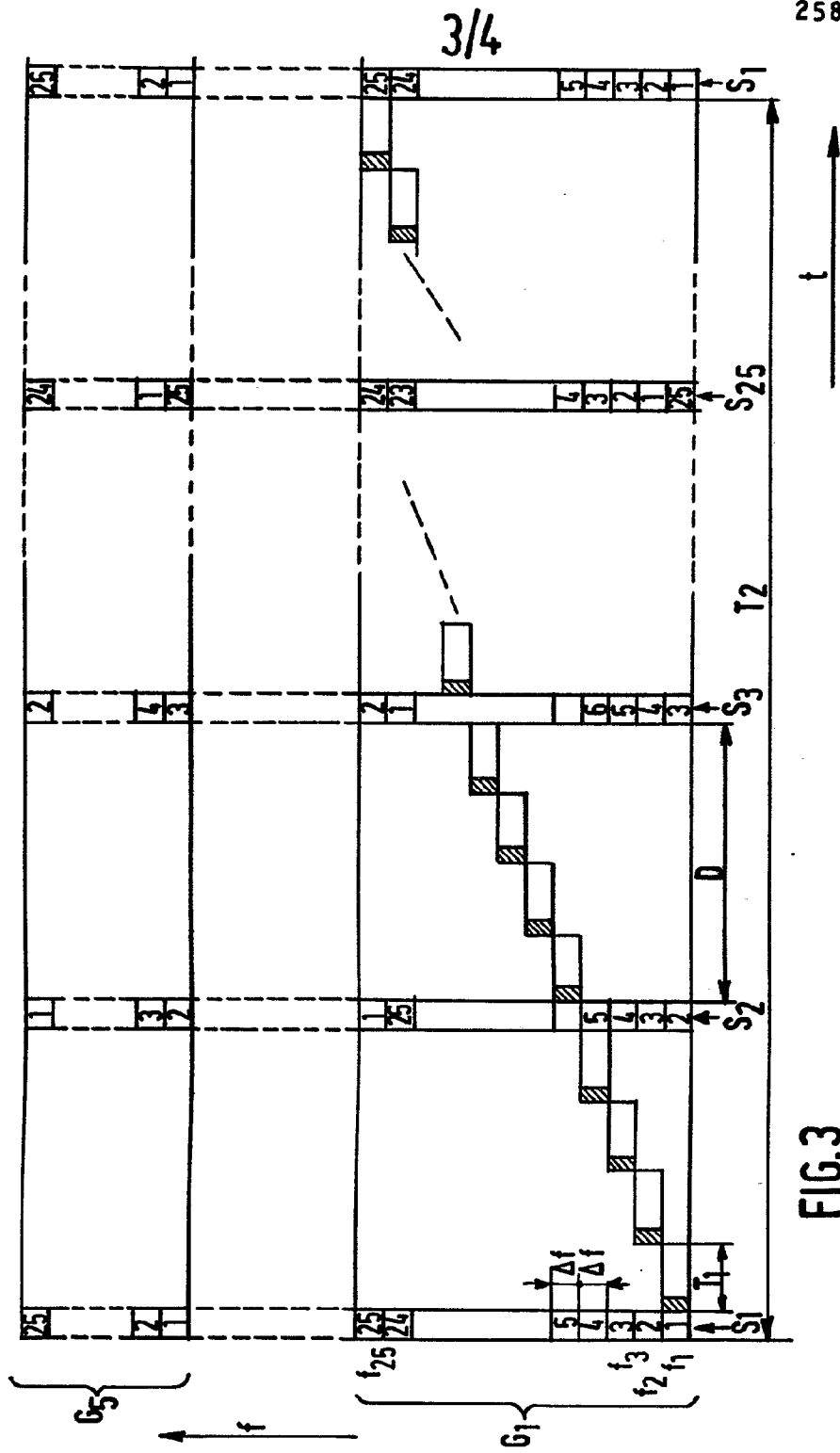


FIG. 3

4/4

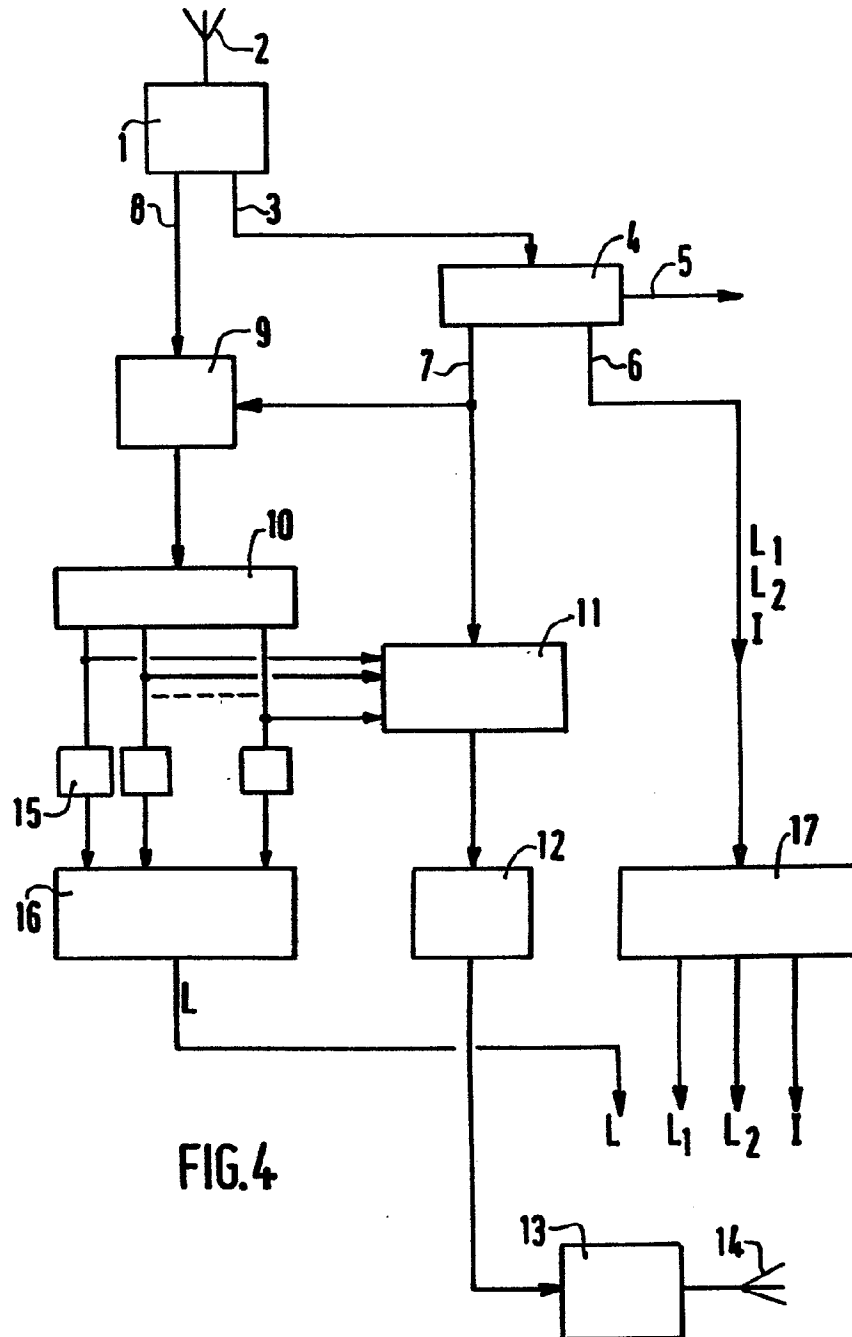


FIG. 4